

# SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

Publication number: JP6326360

Publication date: 1994-11-25

Inventor: NOZAKI HIDEKI; UNNO KAZUMI

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:






- international: **H01L33/00; H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00

- European:

Application number: JP19930242914 19930929

Priority number(s): JP19930242914 19930929; JP19930053539 19930315

Also published as:

-  EP0616377 (A2)
-  EP0616377 (A3)
-  CN1099190 (A)
-  EP0616377 (B1)
-  CN1042579C (C)

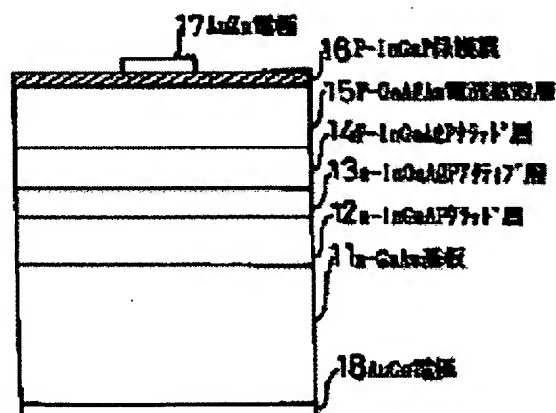
[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP6326360

**PURPOSE:** To provide a semiconductor light emitting element and manufacturing method thereof having excellent humidity resistance and high output characteristics. **CONSTITUTION:** The semiconductor light emitting element is composed of InGaAlP mixed crystal layers 12, 13, 14 and 15 to be the light emitting layers of the semiconductor light emitting element provided with the crystal layer 15 containing Al on the photo-pick up surface side as well as a III-V group crystal layer 16 containing or not containing Al not exceeding molar ratio of 50% laminated on the crystal layer 15. Furthermore, said III-V group crystal layer 16 is to be formed continuously with the other respective-layers using organic metal deposition process.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-326360

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

B 7376-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-242914

(22) 出願日 平成5年(1993)9月29日

(31) 優先権主張番号 特願平5-53539

(32) 優先日 平5(1993)3月15日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 野崎 秀樹

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内

(72) 発明者 海野 和美

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内

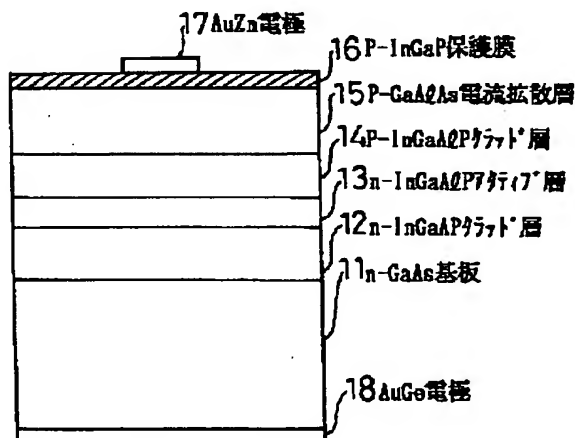
(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 耐湿性に優れ、高出力特性を備えた半導体発光素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【構成】 光取り出し面側にAlを含む結晶層15を備えた当該半導体発光素子の発光層となるInGaAlP系混晶層12、13、14、及び15と、結晶層15上に積層されたモル比50%以下のAlを含むまたはAlを含まないIII-V族結晶層16とを有して構成された半導体発光素子。尚、モル比50%以下のAlを含むまたはAlを含まないIII-V族結晶層16は、有機金属気相成長法により他の各層と連続して形成される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光取り出し面側にモル比60%以上の高Alで組成される結晶層を備えた半導体発光素子で、前記高Al結晶層上にモル比50%以下のAlを有する導電性の結晶、またはAlを含まない導電性の結晶を形成したことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、

$\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 1$ ) を用いたことを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。 10

【請求項3】 前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、

$\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 1$ ) を用い、該モル比50%以下のAlを有する結晶層の膜厚は $0.01\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。

【請求項4】 前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、

$\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 1$ ) を用い、該モル比50%以下のAlを有する結晶層の禁制帯幅が発光層の禁制帯幅よりも小さい場合、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  の膜厚が $0.01\mu\text{m}$ から $2\mu\text{m}$ 以内であることを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。 20

【請求項5】 前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、

$\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 0.5$ ) を用いたことを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。 30

【請求項6】 前記モル比50%以下のAlを有する結晶層  $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 0.5$ ) の膜厚は、 $0.01\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項5に記載の半導体発光素子。

【請求項7】 前記モル比50%以下のAlを有する結晶層  $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 0.5$ ) の禁制帯幅が発光層の禁制帯幅よりも小さい場合、該モル比50%以下のAlを有する結晶層  $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 0.5$ ) の膜厚が $0.01\mu\text{m}$ から $2\mu\text{m}$ 以内であることを特徴とする請求項5に記載の半導体発光素子。 40

【請求項8】 光取り出し面側にモル比60%以上の高Alで組成される結晶層を形成するステップと、該ステップと連続して、前記高Al結晶層上にモル比で50%以下のAlを有するもしくはAlを含まない導電性の結晶層を形成するステップとを含み、上記各結晶層は気相成長法により形成されることを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項9】 前記気相成長法としては、有機金属気相成長法(MOCVD法)、または分子線気相成長法(M 50

2

BE法)を用いることを特徴とする請求項8に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項10】 前記モル比60%以上の高Alで組成される結晶層は、GaAs基板上に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、発光層としてInGaAlP系混晶層を用いる半導体発光素子及びその製造方法に関し、特に、耐湿性に優れ、高出力特性を備えた長寿命の半導体発光素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高輝度LED(Light Emitting Diode; 発光ダイオード)としてInGaAlP系混晶を発光層とするLEDが実現されている。このLEDの構造的特徴として、光取り出し面側にAl混晶比(以下 $X_{\text{Al}}$ を用いて表現する。)の高い $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ 層が電流拡散層として用いられている点が挙げられる。(以下、簡略のため、Alの含有率が高いことを高Al、低いことを低Alという表現を用いる場合がある。)図5は、従来技術を用いて形成された橙色発光InGaAlP LEDの概略断面図を示す。

【0003】例えば、図5を用いて黄色発光InGaAlP LEDのエピタキシャル成長例を示すと、n型GaAs基板1上に、有機金属気相成長法(Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD法)により膜厚 $1.0[\mu\text{m}]$ のn型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ クラッド層2を形成し、次にそれぞれ膜厚 $0.5[\mu\text{m}]$ のn型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.72}\text{Al}_{0.28})_{0.5}\text{P}$ アクティブ層3、膜厚 $1.0[\mu\text{m}]$ のP型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ クラッド層4、及び膜厚 $10[\mu\text{m}]$ のP型 $\text{Ga}_{0.2}\text{Al}_{0.8}\text{As}$ 電流拡散層5を順次成長させる。そして、電流拡散層 $\text{Ga}_{0.2}\text{Al}_{0.8}\text{As}$ 5上及びn型GaAs基板1側にそれぞれ電極7、8を形成する。最後に、ダイシング工程により素子を独立させてLEDベレットを得ている。このように、ベレット光取り出し面側のGaAlAs層5のAl混晶比 $X_{\text{Al}}$ は0.8と高くなっている。

【0004】しかしながら、このような高Al混晶比のGaAlAs層5は極めて酸化され易く、そのため発光特性の劣化を招き、素子寿命を著しく短くしてしまう原因となっており、樹脂封止した素子においても同様であった。

【0005】この対策として、従来では、別の薬品処理工程としての化学表面処理(例えば、 $\text{NH}_4\text{OH}$ 及び $\text{H}_2\text{O}_2$ の混合液によるウェットエッチング)により、自然酸化膜を形成する方法が行なわれていたが、この方法で得られた自然酸化膜はムラが大きく、また強制的に形成した酸化膜であるために密着性が弱く、かつ機械的強度も弱いため、寿命にバラツキが生じていた。

3

【0006】また、この薬品処理工程は、その性質上、上記各層1、2、3、4、5の形成工程と連続して行うことができず、このため製造時間がかかるといった問題があった。

【0007】又、Si素子を用いた製造で通常形成されているSiO<sub>2</sub>やSiN<sub>x</sub>保護膜についても、その性質上、上記各層1、2、3、4、5の形成工程と連続して行うことができず、このため製造コストが高くなるという問題があった。

【0008】ところで、電流拡散層Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As 10 5のAl混晶比X<sub>Al</sub>を0.5以下に低下させて形成すれば、素子の寿命は改善されるが、逆に、赤色から緑色までの発光波長に対する吸収率が大きくなるため、例えば実現しても実用的ではないという問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の半導体発光素子及びその製造方法では、光取り出し面側にAl混晶比の高いGaAlAs層が電流拡散層として用いられており、極めて酸化され易く、そのため発光特性の劣化を招き、素子寿命を著しく短くしてしまうという問題があった。また、この問題を解決するため、化学表面処理を用いて自然酸化膜を形成する方法を用いても、得られた自然酸化膜はムラが大きく、かつ機械的強度も弱いため、寿命にバラツキが生じるという欠点があった。さらに、この化学表面処理は、半導体発光素子の各層の形成と別工程で実施されるため、製造時間がその分よけいにかかるといった問題があった。

【0010】本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、発光層としてInGaAlP系混晶層を用いる半導体発光素子において、耐湿性に優れ、高出力特性を備える半導体発光素子を提供することであり、さらに効率の良い半導体発光素子の製造方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記従来の課題を解決するために、請求項1に記載の半導体発光素子は、光取り出し面側にモル比60%以上の高Alで組成される結晶層を備えた半導体発光素子で、前記高Al結晶層上にモル比50%以下のAlを有する、またはAlを含まない導電性の結晶を形成したことを特徴としている。

【0012】また、請求項2に記載の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P（ここで、0 ≤ x ≤ 1）を用いたことを特徴としている。

【0013】また、請求項3に記載の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P（ここで、0 ≤ x ≤ 1）を用い、該モル比50%以下のAlを有する結晶層の膜厚は 50

4

0.01 μm以上であることを特徴としている。

【0014】また、請求項4に記載の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P（ここで、0 ≤ x ≤ 1）を用い、該モル比50%以下のAlを有する結晶層の禁制帯幅が発光材料の禁制帯幅よりも小さい場合、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>Pの膜厚が0.01 μmから2 μm以内であることを特徴としている。

【0015】また、請求項5に記載の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層として、Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As（ここで、0 ≤ x ≤ 0.5）を用いたことを特徴としている。

【0016】また、請求項6に記載の半導体発光素子は、請求項5に記載の半導体発光素子において、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As（ここで、0 ≤ x ≤ 0.5）の膜厚は、0.01 μm以上であることを特徴としている。

【0017】また、請求項7に記載の半導体発光素子は、請求項5に記載の半導体発光素子において、前記モル比50%以下のAlを有する結晶層Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As（ここで、0 ≤ x ≤ 0.5）の禁制帯幅が発光層の禁制帯幅よりも小さい場合、該モル比50%以下のAlを有する結晶層Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As（ここで、0 ≤ x ≤ 0.5）の膜厚が0.01 μmから2 μm以内であることを特徴としている。

【0018】また、請求項8に記載の半導体発光素子の製造方法は、光取り出し面側にモル比60%以上の高Alで組成される結晶層を形成するステップと、連続して、前記高Al結晶層上にモル比で50%以下のAlを有するもしくはAlを含まない導電性の結晶を形成するステップとを含み、上記導電性結晶は気相成長法により形成されることを特徴としている。

【0019】また、請求項9に記載の半導体発光素子の製造方法は、請求項8に記載の半導体発光素子の製造方法において、前記気相成長法としては、有機金属気相成長法（MOCVD法）、または分子線気相成長法（MBE法）を用いることを特徴としている。

【0020】また、請求項10に記載の半導体発光素子は、請求項1に記載の半導体発光素子において、前記モル比60%以上の高Alで組成される結晶層は、GaAs基板上に形成されていることを特徴としている。

【0021】

【作用】本発明の請求項1、2、3、4、5、6、7、10の半導体発光素子、並びに請求項8、9に記載の半導体発光素子の製造方法では、図1に示すように、光取り出し面となるGaAlAs電流拡散層15上にモル比50%以下のAlを有するもしくはAlを含まないII

5

I-V族結晶層、例えば、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 1$ )、 $\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y\text{As}$  (ここで、 $0 \leq y \leq 0.5$ )、 $\text{InP}$ 、 $\text{GaP}$ 、または $\text{GaAs}$ 等による保護膜層16を形成している。この保護膜16は、耐湿性保護膜として機能する。

【0022】また、 $\text{InGaAlP}$ 系混晶層12、13、14、及び15の成長プロセスである有機金属気相成長法もしくは分子線気相成長法を用いて、これらの混晶層12、13、14、15の形成と連続して、該保護膜16を薄くまた効率良く形成する。従って、 $\text{GaAlAs}$ 電流拡散層15とモル比で50%以下のAlを有するもしくはAlを含まないIII-V族結晶層(保護膜)16との密着性は強く、またモル比50%以下のAlを有するもしくはAlを含まないIII-V族結晶層16の膜厚がたとえ薄くても欠陥が少なく、ペレット化工程におけるダイシング工程での衝撃、製品化工程におけるワイヤーボンディング工程での衝撃等により保護膜が剥離することのない機械的強度の強い半導体発光素子を実現できる。

【0023】また、該保護膜16が導電性であることにより、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}_x$ 保護膜またはキャリア濃度が低く高抵抗なIII-V族結晶保護膜の様にオーミック電極を形成するためにもしくはワイヤボンディング部を設けるために、保護膜に開穴部(開口部)を形成する必要がなく、オーミック電極を形成することができる。よって、保護膜を形成することによって、ペレット化工程が複雑になることを避けることができ、かつオーミック電極-保護膜界面から高Al結晶への悪影響を及ぼす $\text{OH}^-$ イオンの侵入を防ぐことができる。

【0024】さらにまた、光取り出し面上に光吸収層となる酸化膜が極めて形成されにくくなり、耐湿性を向上させた半導体発光素子を実現できる。

【0025】

【実施例】以下、本発明に係る実施例を図面に基づいて説明する。

【0026】図1に本発明の一実施例に係る黄色発光(波長約590nm)の半導体発光素子の概略断面図を示す。

【0027】まず、(100)n型 $\text{GaAs}$ 基板11上に、有機金属気相成長法(MOCVD法)もしくは分子線エピタキシャル法(MBE法)により膜厚1.0 [ $\mu\text{m}$ ]のn型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ クラッド層12( $\text{Si}$ ドープ、キャリア濃度 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ )を、次に膜厚0.5 [ $\mu\text{m}$ ]のn型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.72}\text{Al}_{0.28})_{0.5}\text{P}$ アクティブ層13(アンドープ、キャリア濃度 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以下)を、次に膜厚1.0 [ $\mu\text{m}$ ]のP型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ クラッド層14( $\text{Zn}$ ドープ、キャリア濃度 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ )を、そして、膜厚10 [ $\mu\text{m}$ ]のP型 $\text{Ga}_{0.2}\text{Al}_{0.8}\text{As}$ 電流拡散層15( $\text{Zn}$ ドープ、キャリア濃度1

6

$\sim 2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ )を順次結晶成長させる。続いて、連続してMOCVD法もしくはMBE法によりモル比50%以下の $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 1$ )保護膜16( $\text{Zn}$ ドープ、キャリア濃度 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ )を成長させて、結晶成長を終了させる。

【0028】 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$  (ここで、 $0 \leq x \leq 1$ )保護膜16は、0.01 [ $\mu\text{m}$ ]以上あれば耐湿性保護膜として機能するが、厚すぎると発光に対する光吸収層として無視できなくなるため、膜厚を0.01~2.0 [ $\mu\text{m}$ ]程度の厚さに設定する。

【0029】次に、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 保護膜16上に、膜厚1.0 [ $\mu\text{m}$ ]の $\text{AuZn}$ ( $\text{Zn}$ : wet%, ie,  $\text{Zn}$ が重量比3 [%])表面電極17を、またn型 $\text{GaAs}$ 基板1側に膜厚1.0 [ $\mu\text{m}$ ]の $\text{AuGe}$ ( $\text{Ge}$ : wet%)裏面電極8を形成する。その後、ダイシング工程により素子を分離し、半導体発光素子のペレット化プロセスを終了させる。

【0030】このように本実施例では、光取り出し面となる $\text{GaAlAs}$ 電流拡散層15上にモル比50%以下のAlを有するまたはAlを含まない $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 保護膜16を、 $\text{InGaAlP}$ 系混晶層12、13、14、及び15の成長プロセスである有機金属気相成長法を用いて、この各層12、13、14、15の形成と連続して行なうことにより、薄くまた効率良く成長させているので、 $\text{GaAlAs}$ 電流拡散層15と $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 保護膜16の密着性が強く、また $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 保護膜16の膜厚がたとえ薄くても欠陥が少なく、更に機械的強度が強いという利点を備えた半導体発光素子を実現できる。

【0031】また、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 保護膜16の代わりに $\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y\text{As}$  (ここで、 $0 \leq y \leq 1$ )保護膜を形成しても同様な効果が得られた。

【0032】図2に、高温高湿条件の下でのLEDランプの相対光出力の経時変化を表す。同図を用いて、本実施例の半導体発光素子の有効性を証明する。

【0033】環境温度が60 [ $^{\circ}\text{C}$ ]、湿度90 [%]、通電電流(IF) 20 [mA]の場合における相対光出力(%)と通電時間との関係を図2は示している。

【0034】同図において、点線Aは、従来の半導体発光素子、即ち $\text{InGaAlP}$ 系LEDに特別な処理を施さない場合、短破線Bは、従来の半導体発光素子に $\text{InGaAlP}$ 系LEDに $\text{NH}_4\text{OH}$ 及び $\text{H}_2\text{O}_2$ の混合液による酸化膜処理を施した場合、一点鎖線Cは、図1に示した、本実施例の膜厚0.1 [ $\mu\text{m}$ ]の $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}\text{P}$ 保護膜16を形成した半導体発光素子 $\text{InGaAlP}$ 系LEDの場合についてそれぞれ示している。尚、何れも曲線はロット平均値を結んだもので、縦線の範囲はその通電時間によるばらつきを示している。

【0035】同図より、特別な処理を施していない場合(A)では時間経過と共に大きく劣化していること、酸化膜処理を施した場合(B)では処理を施さない場合(A)よりは改善されているが、ばらつきが大きく十分とは言えないこと、更に、本実施例による場合(C)では1,000時間経過後でも殆ど劣化せずばらつきも小さいことが分かる。

【0036】図3は、半導体発光素子のペレット表面の保護膜のAlモル比率と相対光出力変動値(寿命)との関係を示した図である。

【0037】測定環境条件は、温度60℃、湿度90%、通電電流(IF)20[mA]、半導体発光素子のLEDランプ製品で連続通電1000時間後に測定した値である。縦軸は相対光出力変動値(%)、ペレット表面のAlモル比である。

【0038】実線は、Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>Asの場合、点線はIn<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P保護膜の場合を示す。

【0039】同図から導けることは、保護膜層16のAlモル比が50%以下なら、通電時間1000時間後でも、相対光出力変動値が50%以上を維持することがわかる。

【0040】図4は、本実施例の半導体発光素子におけるIn<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P保護膜層16の膜厚と相対光出力変動値(%)との関係を示した図であ \*

\*る。

【0041】測定環境条件は、温度60℃、湿度90%、通電電流(IF)20[mA]、半導体発光素子のLEDランプ製品で連続通電1000時間後に測定した値である。縦軸は相対光出力変動値(%)、横軸は耐湿保護膜の膜厚[μm]である。

【0042】同図によれば、保護膜層16は膜厚が0.01[μm]以上で、耐湿性保護膜として機能することがわかる。

10 【0043】上記したように本実施例では、保護膜層16として、InGaAlPおよびGaAlAsを用いたが、他にInP、GaAs、GaP、GaAlP、GaAsP等が保護膜層16として使用できる。

【0044】また、発光層および保護膜層等の結晶成長方法としてMOCVD法、MBE法を用いたが、その他に、例えばMOMBE法、ハイドライドVPE法、クロライドVPE法等を用いることができる。

【0045】表1は、膜厚[t]と吸収係数[α]とをパラメータとして用いた場合の半導体発光素子の発光波長[λp]に対するGa<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As(ここでは、y=0およびy=0.5の場合)保護膜の光透過率(P/P<sub>0</sub>)の計算値の一例を示す。

【0046】

【表1】

厚(μm)	GaAs(E <sub>g</sub> =1.425eV)				Ga <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> As(E <sub>g</sub> =1.975eV)			
	560nm	590nm	620nm	650nm	560nm	590nm	620nm	650nm
	(2.214eV)	(2.102)	(2.000)	(1.908)	(2.214)	(2.102)	(2.000)	(1.908)
0.01	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	1.00	1.00
0.02	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.96	1.00	1.00
0.05	0.74	0.77	0.81	0.84	0.86	0.91	1.00	1.00
0.10	0.54	0.60	0.65	0.71	0.74	0.83	1.00	1.00
0.20	0.30	0.36	0.42	0.51	0.55	0.68	0.99	1.00
0.50	0.05	0.08	0.12	0.18	0.22	0.39	0.98	1.00
1.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.15	0.95	1.00
2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.90	1.00
5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.99
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.98

$$P/P_0 = \exp(-\alpha t)$$

P/P<sub>0</sub>: 光透過率

α: 吸収係数

t: 膜厚

表2は、膜厚[t]と吸収係数[α]とをパラメータとして用いた場合の半導体発光素子の発光波長[λp]に対するIn<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P(ここでは、x=0およびx=0.7の場合)保護膜の光透過率(P/P

0)の計算値の一例をそれぞれ示す。表1および2の、 $P/P_0 = \exp(-\alpha t)$ において、P/P<sub>0</sub>は光透過率、αは吸収係数、tは膜厚である。

50 【0047】光透過率が0.8程度(80%程度)に維

持するためには、保護膜のAl混晶比 $X_{Al}$ の値によって異なるが、560nm帯では、ほぼ0.02~0.05 [ $\mu\text{m}$ ]以下となる。また、650nm帯では、保護膜のAl混晶比 $X_{Al}$ の値によって大きく異なるが、 $X_{Al}$ が0.7に近い場合、10 [ $\mu\text{m}$ ]以上の厚さでも発光をほ\*

\*とんど吸収することなく透過させてしまう。しかし、必要以上に保護膜を厚くするとペレットのコストが上がるので、最適値として2 [ $\mu\text{m}$ ]以下程度にする。

【0048】

【表2】

吸収係数 $\alpha = 3.8 \times 10^4$ $2.8 \times 10^4$ $2.0 \times 10^4$ $1.0 \times 10^4$ $0.1 \times 10^4$ $0.0 \times 10^4$ $0.001 \times 10^4$ 0								
保護膜 In <sub>0.5</sub> Ga <sub>0.5</sub> P (E <sub>g</sub> =1.872ev) In <sub>0.5</sub> (Ga <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> ) <sub>0.5</sub> P (E <sub>g</sub> =2.237ev)								
発光波長 (λ nm)								
厚さ (μm)	560	590	620	650	560	590	620	650
P/P <sub>0</sub>	0.01 μm	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00
	0.02	0.93	0.95	0.96	0.98	1.00	1.00	1.00
	0.05	0.83	0.87	0.90	0.95	1.00	1.00	1.00
	0.10	0.68	0.76	0.82	0.90	0.99	1.00	1.00
	0.20	0.47	0.57	0.67	0.82	0.98	1.00	1.00
	0.50	0.15	0.25	0.37	0.61	0.95	1.00	1.00
	1.00	0.02	0.06	0.14	0.37	0.90	0.99	1.00
	2.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.82	0.98	1.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.61	0.95	1.00
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.90	0.99	

$$P/P_0 = \exp(-\alpha t)$$

P/P<sub>0</sub>: 光透過率

$\alpha$ : 吸収係数

t: 膜厚

以上説明したように本実施例によれば、モル比50%以下のAlを含むまたはAlを含まないIII-V族結晶を成長させることにより、耐湿性に優れたLEDを実現できる。

【0049】尚、本実施例では、耐湿性保護膜16として、In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P (ここで、0 ≤ x ≤ 1) 保護膜16を用いて説明したが、Ga<sub>1-y</sub>Al<sub>y</sub>As (ここでは、0 ≤ y ≤ 0.5)、または他のAlを含まないGaAs、またはInP等のIII-V族結晶を用いても同様の特性を有するLEDを実現できる。

【0050】また、上記実施例においては、黄色発光の半導体発光素子について説明したが、アクティブ層のAl組成比を変えて得られる橙色 (In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>0.57</sub>Al<sub>0.43</sub>)<sub>0.5</sub>P、緑色 (In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>0.6</sub>Al<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>P)についても同様の効果を有する。またペレット構造として、n型クラッド層、n型GaAs基板間にIII-V族結晶の積層構造によって形成される光反射層が設けられるペレット、電流挾容構造を有するペレット、またはそれらの構造を兼ね備える構造のペレットに対しても同様の特性を有する。さらにまた、GaAs基板として面方位(100)面からずらした面方位を持つものや、面方位(111)面、面方位(110)面を用いたものも同様の特性を有する。

【0051】また、GaAs基板としてn型の他にP型を用い、各層の導電型を上記実施例の場合と逆の導電型で形成した光半導体発光素子についても同様の効果を有する。

【0052】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、光取り出し面となるAlを含む結晶層 (GaAlAs電流拡散層) 上にモル比50%以下のAlを含むまたはAlを含まないIII-V族結晶層、例えばIn<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P、Ga<sub>1-y</sub>Al<sub>y</sub>As (ここでは、0 ≤ y ≤ 0.5)、InP、またはGaAs等による保護膜層を、InGaAlP系混晶層の成長プロセスである、例えば、有機金属気相成長法を用いてInGaAlP系混晶層と連続して形成することにより薄くかつ効率良く成長させることができる。

【0053】そして、この保護膜層を耐湿性保護膜として機能させることとしたので、Alを含む結晶層とモル比50%以下のAlを含むまたはAlを含まないIII-V族結晶層との密着性が強くなる。

【0054】また、モル比50%以下のAlを含むまたはAlを含まないIII-V族結晶層の膜厚がたとえ薄くても欠陥が少なく、ペレット化工程におけるダイシング工程での衝撃、製品化工程におけるワイヤーボンディ

11

ング工程での衝撃等により保護膜が剥離することのない機械的強度の強い半導体発光素子を実現できる。

【0055】また、形成される保護膜が導電性である性質を有することにより、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}_x$  保護膜またはキャリア濃度が低く高抵抗なIII-V族結晶保護膜の様に、オーミック電極を形成するため、もしくはワイヤボンディング部を設けるために、保護膜に開穴部（開口部）を形成することなくオーミック電極を形成することができる。よって、保護膜を形成することによって、

ペレット化工程が複雑になることを避けることができ、かつオーミック電極-保護膜界面から高Al結晶への悪影響を及ぼす $\text{OH}^-$ イオンの侵入を防ぐことができる。従って、効率の良い半導体発光素子の製造方法を提供することができる。

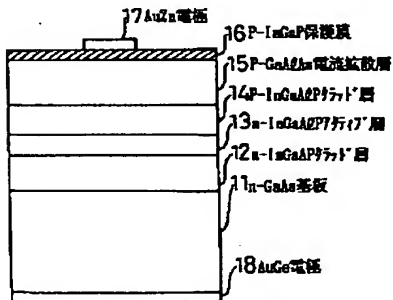
【0056】さらにまた、光取り出し面上に光吸収層となる酸化膜が極めて形成されにくくなり、耐湿性を向上させた半導体発光素子を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る半導体発光素子の概略断面図である。

【図2】高温高温条件下でのLEDランプの相対光出力

【図1】



12

の経時変化特性を示した図である。

【図3】図1に示した本実施例の半導体発光素子のペレット表面の保護膜のAlモル比率と相対光出力変動値との関係を示した図である。

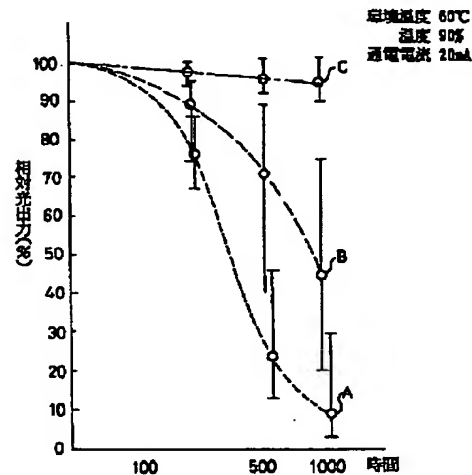
【図4】図1に示した本実施例の半導体発光素子における $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}$  P保護膜16の膜厚と相対光出力変動値(%)との関係を示した図である。

【図5】従来技術による橙色発光 $\text{InGaAlP}$  LEDの概略断面図である。

【符号の説明】

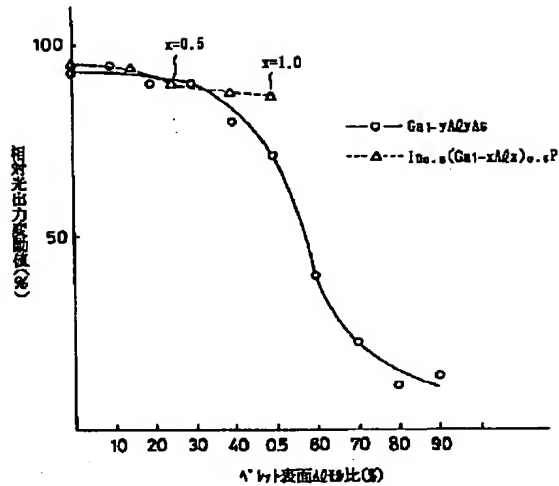
- 11 n型GaAs基板
- 12 n型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}$  Pクラッド層
- 13 n型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.8}\text{Al}_{0.2})_{0.5}$  Pアクティブ層
- 14 p型 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}$  Pクラッド層
- 15 p型 $\text{Ga}_{0.2}\text{Al}_{0.8}\text{As}$  電流拡散層
- 16  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.5}$  P保護膜
- 17 AuZn表面電極
- 18 AuGe裏面電極

【図2】

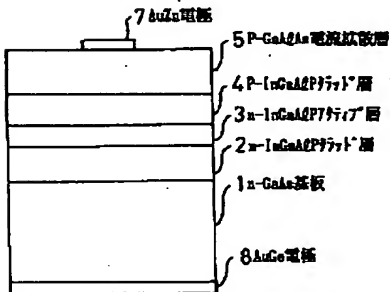




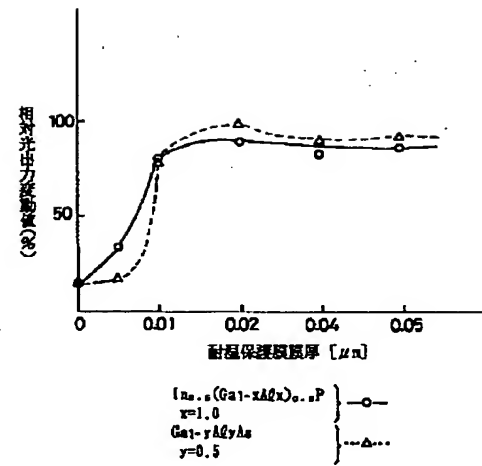
【図3】



【図5】



【図4】



## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

[Claim 1]A semiconductor light emitting element forming a conductive crystal which has aluminum of 50% or less of a mole ratio, or a conductive crystal which does not contain aluminum on said high aluminum crystal layer by a semiconductor light emitting element provided with a crystal layer composed at the optical extraction side side with high aluminum of not less than 60% of a mole ratio.

[Claim 2]The semiconductor light emitting element according to claim 1 characterized by using  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 1$ ) as a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio.

[Claim 3]As a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio, it is  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here). 0 The semiconductor light emitting element according to claim 1 characterized by thickness of a crystal layer which has aluminum of 50% or less of this mole ratio being 0.01 micrometers or more using  $0 \leq x \leq 1$ .

[Claim 4]As a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio, it is  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here). 0 When forbidden-band width of a crystal layer which has aluminum of 50% or less of this mole ratio using  $0 \leq x \leq 1$  is smaller than forbidden-band width of a luminous layer, The semiconductor light emitting element according to claim 1, wherein thickness of crystal layer  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  which has aluminum of 50% or less of said mole ratio is 0.01 micrometer to less than 2 micrometers.

[Claim 5]The semiconductor light emitting element according to claim 1 characterized by using  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 0.5$ ) as a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio.

[Claim 6]The semiconductor light emitting element according to claim 5, wherein thickness of crystal layer  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 0.5$ ) which has aluminum of 50% or less of said mole ratio is 0.01 micrometers or more.

[Claim 7]Crystal layer  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here) which has aluminum of 50% or less of said mole ratio 0 Crystal layer  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here) which has aluminum of 50% or less of this mole ratio when forbidden-band width of  $x \leq 0.5$  is smaller than forbidden-band width of a luminous layer 0 The semiconductor light emitting element according to claim 5, wherein thickness of  $x \leq 0.5$  is 0.01 micrometer to less than 2 micrometers.

[Claim 8]A manufacturing method of a semiconductor light emitting element characterized by forming each above-mentioned crystal layer by vapor phase growth including a step which is characterized by comprising the following or forms a conductive crystal layer which does not contain aluminum.

A step which forms a crystal layer composed at the optical extraction side side with high aluminum of not less than 60% of a mole ratio.

Continuously, it is a mole ratio on said high aluminum crystal layer, and is [ this step and ] 50% or less of aluminum.

[Claim 9]A manufacturing method of the semiconductor light emitting element according to claim 8 characterized by using metal-organic chemical vapor deposition (the MOCVD method) or molecular beam vapor phase growth (MBE technique) as said vapor phase growth.

[Claim 10]The semiconductor light emitting element according to claim 1, wherein a crystal layer composed with high aluminum of not less than 60% of said mole ratio is formed on a GaAs substrate.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]About a semiconductor light emitting element which uses InGaAlP system mixed crystal layers as a luminous layer, and a manufacturing method for the same, especially, this invention is excellent in moisture resistance, and relates to a long lasting semiconductor light emitting element provided with the high-output characteristic, and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]In recent years, LED which makes an InGaAlP system mix crystal a luminous layer as high-intensity LED (Light Emitting Diode; light emitting diode) is realized. As a structural feature of this LED, the point that the high  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  layer of aluminum mixed crystal ratio (it expresses using  $X_{\text{Al}}$  below.) is used for the optical extraction side side as a current diffusion layer is mentioned. (Hereafter, since it is simple, expression which calls it high aluminum that the content of aluminum is high and with which a low thing is called low aluminum may be used.) Drawing 5 shows the outline sectional view of the orange light emitting InGaAlP LED formed using conventional technology.

[0003]For example, if the example of epitaxial growth of the yellow light InGaAlP LED is shown using drawing 5, On the n type GaAs substrate 1, The n type  $\text{In}_{0.5}$

$(\text{Ga}_{0.3}\text{aluminum}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  cladding layer 2 of thickness 1.0 [ $\mu\text{m}$ ] is formed by metal-organic chemical vapor deposition (the Metal Organic Chemical Vapor Deposition;MOCVD method), Respectively Next, the P type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{aluminum}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  cladding layer 4 of the n type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.72}\text{aluminum}_{0.28})_{0.5}\text{P}$  active layer 3 of thickness 0.5 [ $\mu\text{m}$ ], and thickness 1.0 [ $\mu\text{m}$ ], And the P type  $\text{Ga}_{0.2}\text{aluminum}_{0.8}\text{As}$  current diffusion layer 5 of the thickness 10 [ $\mu\text{m}$ ] is grown up one by one. And the electrodes 7 and 8 are formed on current diffusion layer  $\text{Ga}_{0.2}\text{aluminum}_{0.8}\text{As}$ 5 and in the n type GaAs substrate 1 side, respectively. Finally,

the element was made to become independent according to a dicing process, and the LED pellet has been obtained. Thus, aluminum mixed crystal ratio  $X_{Al}$  of the GaAlAs layer 5 by the side of a pellet light extraction side is high with 0.8.

[0004]However, the GaAlAs layer 5 of such a high aluminum mixed crystal ratio oxidized very easily, therefore caused degradation of the luminescent characteristic, had become a cause which shortens an element life remarkable, and was the same also in the element which carried out the resin seal.

[0005]Although the method of forming a natural oxidation film was performed by the former as this measure by the chemicals surface treatment (for example, wet etching by the mixed liquor of  $NH_4 OH$  and  $H_2O_2$ ) as another chemical treatment process, Since nonuniformity was the oxide film formed greatly and compulsorily, and adhesion was weak and a mechanical strength's was weak, variation had produced to the life the natural oxidation film obtained by this method.

[0006]This chemical treatment process could not be continuously performed on that character with the formation process of above-mentioned each class 1, 2, 3, 4, and 5, but there was a problem that production time started for this reason.

[0007]It could not carry out continuously on that character with the formation process of above-mentioned each class 1, 2, 3, 4, and 5 with  $SiO_2$  or the  $SiN_x$  protective film which are usually formed by the manufacture using a Si device, but there was a problem that a manufacturing cost became high for this reason.

[0008]By the way, if aluminum mixed crystal ratio  $X_{Al}$  of current diffusion layer  $Ga_{1-x}Al_xAs_5$  is reduced or less to 0.5 and formed, the life of an element will improve, but. On the contrary, since the absorptivity over the luminous wavelength of from red until green became large, even if it compared and realized, there was a problem of not being practical.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]As mentioned above, in a conventional semiconductor light emitting element and a manufacturing method for the same, the high GaAlAs layer of aluminum mixed crystal ratio is used for the optical extraction side side as a current diffusion layer, and it was very easy to oxidize, therefore degradation of the luminescent characteristic was caused, and there was a problem of shortening an element life remarkable. In order to solve this problem, even if it used the method of forming a natural oxidation film using a chemicals surface treatment, since the mechanical strength of the obtained natural oxidation film was also weak, the life had greatly [ nonuniformity ] the fault that variation arose. Since this chemicals surface treatment was carried out by formation and the separated process of each class of a semiconductor light emitting element, there was a problem that production time started that much too many.

[0010]this invention is made in order to solve the above-mentioned conventional problem,

and it comes out. It is providing the semiconductor light emitting element which considers it as the purpose, is excellent in moisture resistance in the semiconductor light emitting element using InGaAlP system mixed crystal layers, and is provided with the high-output characteristic, and is providing the manufacturing method of a still more efficient semiconductor light emitting element.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned conventional technical problem, the semiconductor light emitting element according to claim 1, It is characterized by forming a conductive crystal which has aluminum of 50% or less of a mole ratio, or does not contain aluminum on said high aluminum crystal layer by a semiconductor light emitting element provided with a crystal layer composed at the optical extraction side side with high aluminum of not less than 60% of a mole ratio.

[0012] The semiconductor light emitting element according to claim 2 is characterized by using  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 1$ ) in the semiconductor light emitting element according to claim 1 as a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio.

[0013] The semiconductor light emitting element according to claim 3 is  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here) as a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio in the semiconductor light emitting element according to claim 1. Thickness of a crystal layer which has aluminum of 50% or less of this mole ratio is characterized by being 0.01 micrometers or more using  $0 \leq x \leq 1$ .

[0014] The semiconductor light emitting element according to claim 4 is  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here) as a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio in the semiconductor light emitting element according to claim 1. When forbidden-band width of a crystal layer which has aluminum of 50% or less of this mole ratio using  $0 \leq x \leq 1$  is smaller than forbidden-band width of a luminescent material, It is characterized by thickness of crystal layer  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  which has aluminum of 50% or less of said mole ratio being 0.01 micrometer to less than 2 micrometers.

[0015] The semiconductor light emitting element according to claim 5 is characterized by using  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 0.5$ ) in the semiconductor light emitting element according to claim 1 as a crystal layer which has aluminum of 50% or less of said mole ratio.

[0016] Thickness of crystal layer  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 0.5$ ) in which the semiconductor light emitting element according to claim 6 has aluminum of 50% or less of said mole ratio in the semiconductor light emitting element according to claim 5 is characterized by being 0.01 micrometers or more.

[0017]Crystal layer  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here) in which the semiconductor light emitting element according to claim 7 has aluminum of 50% or less of said mole ratio in the semiconductor light emitting element according to claim 5 0 When forbidden-band width of  $x \leq 0.5$  is smaller than forbidden-band width of a luminous layer, it is characterized by thickness of crystal layer  $\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x\text{As}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 0.5$ ) which has aluminum of 50% or less of this mole ratio being 0.01 micrometer to less than 2 micrometers.

[0018]A manufacturing method of the semiconductor light emitting element according to claim 8, A step which forms a crystal layer composed at the optical extraction side side with high aluminum of not less than 60% of a mole ratio, Continuously, or it has 50% or less of aluminum by a mole ratio on said high aluminum crystal layer, it is characterized by forming the above-mentioned conductive crystal by vapor phase growth including a step which forms a conductive crystal which does not contain aluminum.

[0019]A manufacturing method of the semiconductor light emitting element according to claim 9 is characterized by using metal-organic chemical vapor deposition (the MOCVD method) or molecular beam vapor phase growth (MBE technique) as said vapor phase growth in a manufacturing method of the semiconductor light emitting element according to claim 8.

[0020]A crystal layer by which the semiconductor light emitting element according to claim 10 is composed in the semiconductor light emitting element according to claim 1 with high aluminum of not less than 60% of said mole ratio is characterized by being formed on a GaAs substrate.

[0021]

[Function]In the manufacturing method of the semiconductor light emitting element of claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, and 10 of this invention, and a semiconductor light emitting element given in claims 8 and 9. The III-V fellows crystal layer which does not contain aluminum or it has aluminum of 50% or less of a mole ratio on the GaAlAs current diffusion layer 15 used as an optical extraction side, as shown in drawing 1, For example, the protection film layer 16 by  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 1$ ),  $\text{Ga}_{1-y}\text{aluminum}_y\text{As}$  (here, it is  $0 \leq y \leq 0.5$ ), InP, GaP, or GaAs is formed. This protective film 16 functions as a damp-proof protective film.

[0022]This protective film 16 is continuously formed efficiently with formation of these mixed crystal layers 12, 13, 14, and 15 thin again using the metal-organic chemical vapor deposition or molecular beam vapor phase growth which is a growing process of the InGaIP system mixed crystal layers 12, 13, 14, and 15. Therefore, the adhesion with the III-V fellows crystal layer (protective film) 16 which does not contain aluminum or it has 50% or less of aluminum by the GaAlAs current diffusion layer 15 and a mole ratio is strong, Or it has aluminum of 50% or less of a mole ratio, even if it obtains with the thickness of the III-V fellows crystal layer 16 which does not contain aluminum and is thin, there are few defects, A semiconductor light emitting element with a strong mechanical strength in which a

protective film does not exfoliate by the shock in the dicing process in a pelletizing process, the shock in the wire bonding process in a commercial production process, etc. is realizable.

[0023] This protective film 16 by being conductivity  $\text{Si O}_2$ . In order that a  $\text{Si N}_x$  protective film or carrier concentration may form an ohmic electrode like a low and high resistance III-V fellows crystal protective film, or in order to provide a wire bonding part, it is not necessary to form a puncturing part (opening) in a protective film, and an ohmic electrode can be formed. Therefore, invasion of the  $\text{OH}^-$  ion which can avoid that a pelletizing process becomes complicated and has an adverse effect to the high aluminum crystal from an ohmic electrode-protective film interface can be prevented by forming a protective film.

[0024] The oxide film used as a light absorption layer becomes is very hard to be formed on an optical extraction side further again, and the semiconductor light emitting element which raised moisture resistance can be realized.

[0025]

[Example] Hereafter, the example concerning this invention is described based on a drawing.

[0026] The outline sectional view of the semiconductor light emitting element of the yellow light (wavelength of about 590 nm) concerning one example of this invention is shown in drawing 1.

[0027] First, it is the n type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{aluminum}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  cladding layer 12 (it and) of thickness 1.0 [ $\mu\text{m}$ ] on the n type GaAs substrate (100) 11 by metal-organic chemical vapor deposition (the MOCVD method) or a molecular beam epitaxy (MBE technique). [ Si-] carrier concentration  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  -- the next -- the n type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.72}\text{aluminum}_{0.28})_{0.5}\text{P}$  active layer 13 (Ain Dove.) of thickness 0.5 [ $\mu\text{m}$ ] It is the P type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{aluminum}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  cladding layer 14 (it and) of thickness 1.0 [ $\mu\text{m}$ ] next below in carrier concentration  $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ . [ Zn-] Crystal growth of carrier concentration  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  and the P type  $\text{Ga}_{0.2}\text{aluminum}_{0.8}\text{As}$  current diffusion layer 15 (Zn dope, the carrier concentration  $1 - 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) of the thickness 10 [ $\mu\text{m}$ ] is carried out one by one. Then, it is  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here) of 50% or less of a mole ratio by the MOCVD method or an MBE technique in succession. 0 Grow up the  $x \leq 1$  protective film 16 (Zn dope, carrier concentration  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ), and terminate crystal growth.

[0028] If there is the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 1$ ) protective film 16 more than 0.01 [ $\mu\text{m}$ ], will function as a damp-proof protective film, but. Since it becomes impossible to ignore as a light absorption layer to luminescence when too thick, thickness is set as the thickness about 0.01-2.0 [ $\mu\text{m}$ ].



[0029]Next, on the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film 16, The AuGe (germanium<sub>3</sub>wet%) rear electrode 8 of thickness 1.0 [ $\mu\text{m}$ ] is formed in the n type GaAs substrate 1 side for the AuZn (Zn<sub>3</sub>wet%, ie, and Zn are weight ratios 3 [%]) surface electrode 17 of thickness 1.0 [ $\mu\text{m}$ ] again. Then, a dicing process separates an element and the pelletizing process of a semiconductor light emitting element is terminated.

[0030]Thus, the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film 16 which has aluminum of 50% or less of a mole ratio, or does not contain aluminum in this example on the GaAlAs current diffusion layer 15 used as an optical extraction side, Since it is made to grow up efficiently thin again using the metal-organic chemical vapor deposition which is a growing process of the InGaAlP system mixed crystal layers 12, 13, 14, and 15 by carrying out continuously with formation of these each class 12, 13, 14, and 15, The adhesion of the GaAlAs current diffusion layer 15 and the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film 16 is strong, It obtains with the thickness of the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film 16, and even if thin, a defect can realize the semiconductor light emitting element provided with the advantage that a mechanical strength is strong, few.

[0031]The same effect was acquired even if it formed the  $\text{Ga}_{1-y}\text{aluminum}_y\text{As}$  (here, it is  $0 \leq y \leq 1$ ) protective film instead of the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film 16.

[0032]Aging of the relative optical power of the LED lamp under a high-humidity/temperature condition is expressed to drawing 2. The validity of the semiconductor light emitting element of this example is proved using the figure.

[0033]environmental temperature -- 60 [°C], the humidity 90 [%], and energization current (IF) Drawing 2 shows the relation of the relative optical power (%) and resistance welding time in the case of being 20 [mA].

[0034]When not performing processing special to conventional semiconductor light emitting element, i.e., InGaAlP system LED, in the figure, the dotted line A the short dashed line B. When oxide film processing by the mixed liquor of  $\text{NH}_4\text{OH}$  and  $\text{H}_2\text{O}_2$  is performed to the conventional semiconductor light emitting element at InGaAlP system LED, the dashed dotted line C. The case of semiconductor light emitting element InGaAlP system LED in which the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film 16 of the thickness 0.1 of this example [ $\mu\text{m}$ ] shown in drawing 1 was formed is shown, respectively. The curve connected lot average value and all show dispersion according [ the range of a vertical bar ] to the resistance welding time.

[0035]When having deteriorated greatly with time progress in (A) when processing more nearly special than the figure has not been performed, and oxide film processing are performed, when not processing, by (B), are improved from (A), but. It turns out that dispersion cannot say that it is large and enough and that it hardly deteriorates [ whose dispersion is also still smaller when based on this example ] also after 1 or 000-hour

progress at (C).

[0036]Drawing 3 is a figure showing the relation between aluminum mole fraction of the protective film of the pellet surface of a semiconductor light emitting element, and a relative optical power variation (life).

[0037]Measurement environment conditions are the values measured 1000 hours after continuous energization with the temperature of 60 \*\*, 90% of humidity, the energization current (IF) [mA] 20, and the LED lamp products of the semiconductor light emitting element. Vertical axes are relative optical power (%) and a variation, and aluminum mole ratio of a pellet surface.

[0038]As for a solid line, in  $\text{Ga}_{1-y}\text{aluminum}_y\text{As}$ , a dotted line shows the case of an  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film.

[0039]If aluminum mole ratio of the protection film layer 16 is 50% or less, as for the ability to lead from the figure, it turns out also in [ of resistance welding time ] 1000 hours that a relative optical power variation maintains not less than 50%.

[0040]Drawing 4 is a figure showing the thickness of the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protection film layer 16 in the semiconductor light emitting element of this example, and a relation with a relative optical power variation (%).

[0041]Measurement environment conditions are the values measured 1000 hours after continuous energization with the temperature of 60 \*\*, 90% of humidity, the energization current (IF) [mA] 20, and the LED lamp products of the semiconductor light emitting element. A vertical axis is relative optical power (%) and a variation, and a horizontal axis is the thickness [ $\mu\text{m}$ ] of a moisture-proof protective film.

[0042]According to the figure, it turns out that thickness is more than 0.01 [ $\mu\text{m}$ ] and the protection film layer 16 functions as a damp-proof protective film.

[0043]As described above, in this example, InGaAlP and GaAlAs were used as the protection film layer 16, but InP, GaAs, GaP, GaAlP, GaAsP, etc. can use it as the protection film layer 16 for others.

[0044]Although the MOCVD method and the MBE technique were used as crystal growth methods, such as a luminous layer and a protection film layer, the MOMBE method, the hydride VPE method, the chloride VPE method, etc. can be used, for example.

[0045]Table 1 shows an example of the calculated value of the light transmittance ( $P/P_0$ ) of a  $\text{Ga}_{1-y}\text{aluminum}_y\text{As}$  (in case [ Here ] of  $y=0$  and  $y=0.5$ ) protective film to the luminous wavelength [ $\lambda_{\text{dapp}}$ ] of the semiconductor light emitting element at the time of using thickness [ $t$ ] and an absorption index [ $\alpha$ ] as a parameter.

[0046]

[Table 1]

P/P <sub>0</sub>	吸収係数 $\alpha = 6.1 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ 5.1 $\times 10^4$ 4.3 $\times 10^4$ 3.4 $\times 10^4$ 3.0 $\times 10^4$ 1.9 $\times 10^4$ 0.05 $\times 10^4$ 0.002 $\times 10^4$								
	保護膜 GaAs (E <sub>g</sub> =1.425ev)				Ga <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> As (E <sub>g</sub> =1.975ev)				
	発光波長 (λ <sub>p</sub> )	560nm	590nm	620nm	650nm	560	590	620	650
	厚 (μm)	(2.214ev)	(2.102)	(2.000)	(1.908)	(2.214)	(2.102)	(2.000)	(1.908)
	0.01	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	1.00	1.00
	0.02	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.96	1.00	1.00
	0.05	0.74	0.77	0.81	0.84	0.86	0.91	1.00	1.00
	0.10	0.54	0.60	0.65	0.71	0.74	0.83	1.00	1.00
	0.20	0.30	0.36	0.42	0.51	0.55	0.68	0.99	1.00
	0.50	0.05	0.08	0.12	0.18	0.22	0.39	0.98	1.00
	1.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.15	0.95	1.00
	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.90	1.00
	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.99
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.98

$$P/P_0 = \exp(-\alpha t)$$

P/P<sub>0</sub>: 光透過率

α : 吸収係数

t : 膜厚

In<sub>0.5</sub>(Ga<sub>1-x</sub>aluminum<sub>x</sub>)<sub>0.5</sub>P to the luminous wavelength [λp] of a semiconductor light emitting element when thickness [t] and an absorption index [α] are used for Table 2 as a parameter (here) In the case of x= 0 and x = 0.7, an example of the calculated value of the light transmittance (P/P<sub>0</sub>) of a protective film is shown, respectively. As for P/P<sub>0</sub>, in P/P<sub>0</sub>=exp (-αt) of Tables 1 and 2, an absorption index and t of light transmittance and α are thickness.

[0047] In order to maintain light transmittance about to 0.8 (about 80%), it changes with values of aluminum mixed crystal ratio X<sub>Al</sub> of a protective film, but in 560 nm bands, it becomes below about 0.02-0.05 [μm]. It will be made to penetrate in 650 nm bands, when X<sub>Al</sub> is close to 0.7 although it changes greatly with values of aluminum mixed crystal ratio X<sub>Al</sub> of a protective film, without absorbing most luminescence also by the thickness more than 10 [μm]. However, since the cost of a pellet will go up if a protective film is thickened more than needed, below 2[μm] grade is used as an optimum value.

[0048]

[Table 2]

吸収係数 $\alpha = 3.8 \times 10^4$ $2.8 \times 10^4$ $2.0 \times 10^4$ $1.0 \times 10^4$ $0.1 \times 10^4$ $0.0 \times 10^4$ $0.001 \times 10^4$ 0 保護膜 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ ( $E_g = 1.872\text{eV}$ ) $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$ ( $E_g = 2.237\text{eV}$ ) 発光波長 ( $\lambda_p$ )								
厚さ ( $\mu\text{m}$ )	560	590	620	650	560	590	620	650
$P/P_0$								
0.01 $\mu\text{m}$	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
0.02	0.93	0.95	0.96	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00
0.05	0.83	0.87	0.90	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
0.10	0.68	0.76	0.82	0.90	0.99	1.00	1.00	1.00
0.20	0.47	0.57	0.67	0.82	0.98	1.00	1.00	1.00
0.50	0.15	0.25	0.37	0.61	0.95	1.00	1.00	1.00
1.00	0.02	0.06	0.14	0.37	0.90	0.99	1.00	1.00
2.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.82	0.98	1.00	1.00
5.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.61	0.95	1.00	1.00
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.90	0.99	1.00

$$P/P_0 = \exp(-\alpha t)$$

$P/P_0$ : 光透過率

$\alpha$ : 吸収係数

$t$ : 膜厚

As explained above, according to this example, LED excellent in moisture resistance is realizable by including aluminum of 50% or less of a mole ratio, or growing up the III-V fellows crystal which does not contain aluminum.

[0049] Although this example explained using the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  (here, it is  $0 \leq x \leq 1$ ) protective film 16 as the damp-proof protective film 16, Even if it uses III-V fellows crystals, such as  $\text{Ga}_{1-y}\text{aluminum}_y\text{As}$  (here  $0 \leq y \leq 0.5$ ), GaAs which does not contain other aluminum, or InP, LED which has the same characteristic is realizable.

[0050] In the above-mentioned example, although the semiconductor light emitting element of yellow light was explained, Orange produced by changing the Al composition ratio of an active layer ( $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.57}\text{aluminum}_{0.13})_{0.5}\text{P}$ , green (it has an effect with the same said of  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.6}\text{aluminum}_{0.4})_{0.5}\text{P}$ .) It has the same characteristic also to the pellet with which a n type clad layer and the light reflection layer formed of the laminated structure of an III-V fellows crystal between n type GaAs substrates are provided as a pellet structure, the pellet which has current \*\*\*\* structure, or the pellet of the structure which has those structures. What has further again the plane direction shifted from the plane direction (100) side as a GaAs substrate, and the thing using a plane direction (111) side and a plane direction (110) side also have the same characteristic.

[0051] P type other than a n type is used as a GaAs substrate, and it has an effect with the same said of the optical semiconductor light emitting device which formed the conductivity type of each class with the conductivity type contrary to the case of the above-mentioned example.

[0052]

[Effect of the Invention]The III-V fellows crystal layer which contains aluminum of 50% or less of a mole ratio, or does not contain aluminum on the crystal layer (GaAlAs current diffusion layer) which contains aluminum used as an optical extraction side by this invention as mentioned above, For example,  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$ ,  $\text{Ga}_{1-y}\text{aluminum}_y\text{As}$  (here).

0 Form the protection film layer by  $\leq y \leq 0.5$ , InP, or GaAs continuously with InGaAlP system mixed crystal layers using the metal-organic chemical vapor deposition which is a growing process of InGaAlP system mixed crystal layers.

Therefore, it can be made to grow up thinly and efficiently.

[0053]And since it used operating this protection film layer as a damp-proof protective film, aluminum of a crystal layer and 50% or less of a mole ratio containing aluminum is included, or adhesion with the III-V fellows crystal layer which does not contain aluminum becomes strong.

[0054]Even if aluminum of 50% or less of a mole ratio is included, or it obtains with the thickness of the III-V fellows crystal layer which does not contain aluminum and is thin, there are few defects, A semiconductor light emitting element with a strong mechanical strength in which a protective film does not exfoliate by the shock in the dicing process in a pelletizing process, the shock in the wire bonding process in a commercial production process, etc. is realizable.

[0055]In order that  $\text{SiO}_2$ , a  $\text{SiN}_x$  protective film, or carrier concentration may form an ohmic electrode like a low and high resistance III-V fellows crystal protective film by having the character in which the protective film formed is conductivity, Or in order to provide a wire bonding part, an ohmic electrode can be formed, without forming a puncturing part (opening) in a protective film. Therefore, invasion of the  $\text{OH}^-$  ion which can avoid that a pelletizing process becomes complicated and has an adverse effect to the high aluminum crystal from an ohmic electrode-protective film interface can be prevented by forming a protective film. Therefore, the manufacturing method of an efficient semiconductor light emitting element can be provided.

[0056]The oxide film used as a light absorption layer becomes is very hard to be formed on an optical extraction side further again, and the semiconductor light emitting element which raised moisture resistance can be realized.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is an outline sectional view of the semiconductor light emitting element concerning one example of this invention.

[Drawing 2]It is a figure showing the aging characteristic of the relative optical power of the LED lamp under a high-humidity/temperature condition.

[Drawing 3]It is a figure showing the relation of aluminum mole fraction of the protective film of the pellet surface of the semiconductor light emitting element of this example and the relative optical power variation which were shown in drawing 1.

[Drawing 4]It is a figure showing the thickness of the  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film 16 in the semiconductor light emitting element of this example shown in drawing 1, and a relation with a relative optical power variation (%).

[Drawing 5]It is an outline sectional view of the orange light emitting InGaAlP LED by conventional technology.

[Description of Notations]

11 N type GaAs substrate

12 N type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{aluminum}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  cladding layer

13 N type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.8}\text{aluminum}_{0.2})_{0.5}\text{P}$  active layer

14 P type  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{aluminum}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  cladding layer

15 P type  $\text{Ga}_{0.2}\text{aluminum}_{0.8}\text{As}$  current diffusion layer

16  $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-x}\text{aluminum}_x)_{0.5}\text{P}$  protective film

17 AuZn surface electrode

18 AuGe rear electrode

---

[Translation done.]

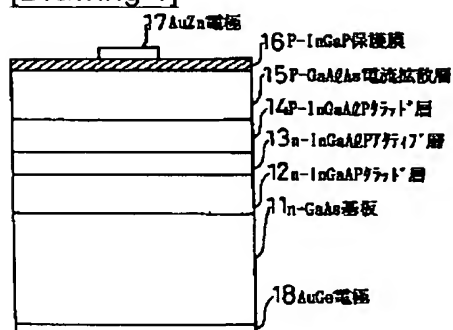
## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

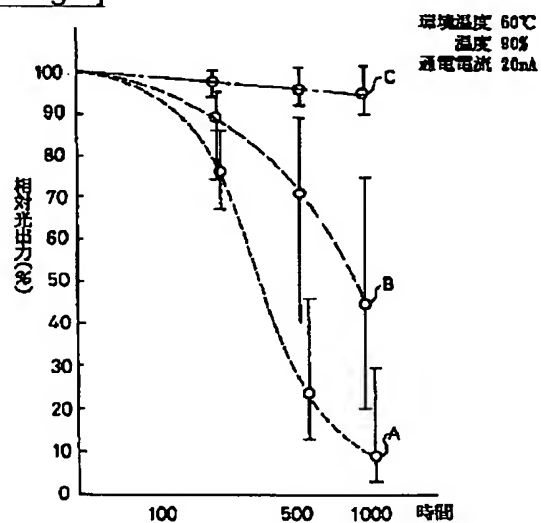
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

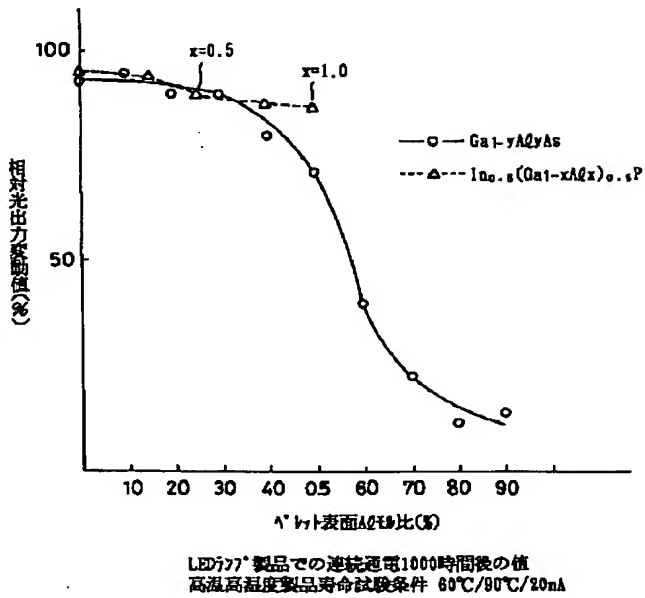
[Drawing 1]



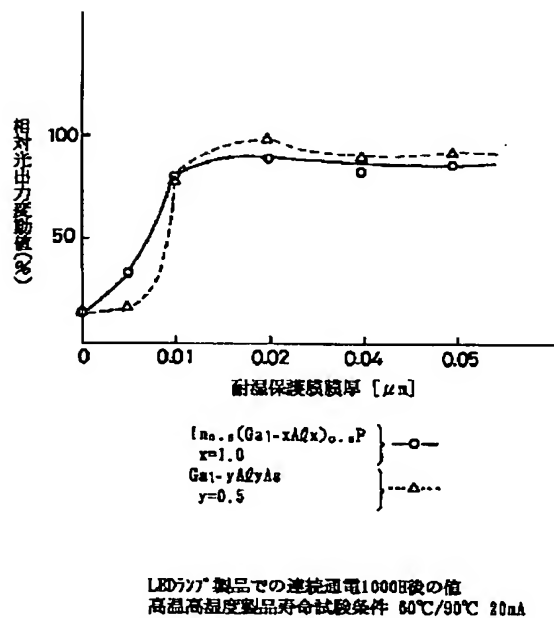
[Drawing 2]



[Drawing 3]

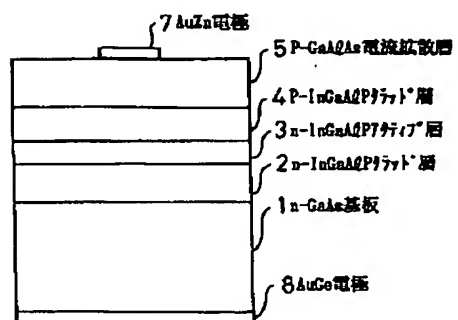


[Drawing 4]



[Drawing 5]





---

[Translation done.]